

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift  
⑪ DE 3908285 C1

⑳ Aktenzeichen: P 39 08 285.7-13  
㉑ Anmeldetag: 14. 3. 89  
㉒ Offenlegungstag: —  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 7. 6. 90

⑤① Int. Cl. 5:  
**F01D 5/14**  
F 02 C 6/12  
F 01 D 5/04  
// F04D 23/00

DE 3908285 C1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Sumser, Siegfried, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE;  
Wipfler, Wolfgang, 7012 Fellbach, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE-PS 34 27 715  
Watson, N., Janota, M.S.: Turbocharging the  
international combustion engine: London and Basing  
stoke: The Macmillan Press Ltd. 1982, p. 58 and 164,  
-ISBN 0 333 24290-;

⑤④ Turbinenrad eines Abgasturboladers für eine Brennkraftmaschine mit radialer und/oder halbaxialer Gaszuführung

Bei einem Turbinenrad eines Abgasturboladers für eine Brennkraftmaschine mit radialer und/oder halbaxialer Gaszuführung auf das Turbinenrad durch ein doppelflutiges Turbinengehäuse soll das Strömungsverhalten des Gases innerhalb des Turbinenrades und damit eine Strömungsablösung bei halbaxialer Gaszuführung vermieden werden. Zu diesem Zweck sind in dem eintrittseitigen axialen Halbbereich des Turbinenrades radial kürzere Hilfsschaufeln zwischen den über die jeweils gesamte axiale und radiale Länge verlaufenden Hauptschaufeln angeordnet.

DE 3908285 C1

Die Erfindung betrifft ein Turbinenrad nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Abgasturbolader mit solchen Turbinenrädern sind aus DE 34 27 715 C1 bekannt. Dort dient die Gaszuführung in Halbaxialrichtung hauptsächlich der Erzeugung eines guten Instationärverhaltens des aufgeladenen Motors.

In jener Schrift wird bereits darauf hingewiesen, daß die Halbaxialgaszuführung eine besondere darauf ausgerichtete Turbinenradgestaltung erfordert, um während des Halbaxialbetriebes die gewünschten Eigenschaften zu erzielen. Dabei sollen insbesondere die Schaufeleintrittskanten in Umfangsrichtung an die Halbaxialströmung angepaßt werden. Eine solche Anpassung der Schaufelgestalt hat den Zweck, eine sogenannte "Falschanströmung" des Turbinenrades im unteren Drehzahlbereich des Motors herabzusetzen.

Eine mit niederem Reaktionsgrad betriebene Turbine besitzt ein Turbinenrad mit hohem Umlenkungswinkel der Schaufeln. Aufgrund der Forderung nach einem möglichst geringen polaren Massenträgheitsmoment ist praktisch keine Turbinenkanalgestaltung durch dickere Schaufeln möglich, wodurch bei einem halbaxial und/oder radial angeströmten Turbinenrad sich in dessen gaseintrittsseitigem axialen Halbbereich lokale Strömungsverzögerungen einstellen können, die zur Strömungsablösung und damit zu einer Leistungseinbuße führen können.

Eine optimale Schaufelzahl für den Arbeitsbereich der Halbaxialgaszuströmung auf das Turbinenrad unterscheidet sich von derjenigen für eine Radialzuströmung des Abgases. Da die Turbine bei einer Halbaxialgasbeaufschlagung wesentlich höhere Strömungsumlenkungen gegenüber einer Radialbeaufschlagung im Rad bewerkstelligen muß, wäre für eine optimale Umwandlung der thermischen Abgasenthalpie in mechanische Arbeit eine größere Schaufelanzahl notwendig als sie für eine Berücksichtigung lediglich der reinen radialen Zuströmung zu wählen wäre.

Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, das Strömungsverhalten des Gases und damit den Wirkungsgrad einer halbaxialen und/oder axial angeströmten Turbine durch eine auf die unterschiedlichen Anströmrichtungen exakter angepaßte Form der Turbinenradschaufeln zu verbessern. Dabei soll insbesondere eine Strömungsablösung bei Halbaxialbeaufschlagung vermieden werden.

Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Ausbildung der Turbinenradschaufel nach dem kennzeichnenden Merkmal des Anspruchs 1.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist Gegenstand des Anspruchs 2.

Die Anordnung von Hilfsschaufeln ist bei Radialturbinen bekannt (Veröffentlichung "Turbocharging the internal combustion engine" der Autoren N. Watson und M.S. Janota, erschienen 1982 im Verlag THE MACMILLAN PRESS LTD, London and Basingstoke ISBN 0 333 24290 4, Fig. 2.34 auf Seite 58 und Seite 164). Die dortigen Hilfsschaufeln sind von ihrer Anordnung, Form und Funktion allerdings nicht mit den erfindungsgemäßen Hilfsschaufeln vergleichbar und insbesondere von ihrer dortigen Lageanordnung her nicht auf halbaxial und/oder axial angeströmte Turbinen übertragbar.

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung müssen die Hilfsschaufeln auf den gaseintrittsseitigen axialen Halbbereich des Turbinenrades begrenzt sein und eine von

den Hauptschaufeln abweichende Grundform aufweisen, was bei den Turbinenrädern mit radialer Anströmung nach der Darstellung in der vorgenannten Literaturstelle nicht der Fall ist. Nur unter Einhaltung der erfindungsgemäßen Form und Bemessungsregeln kann bei einer halbaxial und/oder radial angeströmten Turbine das angestrebte Ziel sicher erreicht werden. Dabei besteht die erfindungsgemäß erzielte Wirkung im wesentlichen darin, daß durch die Verdrängungswirkung der an der richtigen Stelle und mit an die Axialanströmung angepaßter Form eingesetzten Hilfsschaufeln die mittlere Strömungsverzögerung ebenso herabgesetzt wird wie im Schaufeleintrittsbereich die dortige aerodynamische Belastung.

Insgesamt ist damit eine Wirkungsgradverbesserung des halbaxial/radial angeströmten Kombinationsturbinenrades hinsichtlich der halbaxialen Zuströmrichtung gegeben. Dabei kann durch Optimierung der Schaufelanzahl erreicht werden, daß der Wert des polaren Trägheitsmomentes des erfindungsgemäßen Turbinenrades mit Hilfsschaufeln nur unwesentlich von den im Wirkungsgrad schlechteren Turbinenrädern ohne Hilfsschaufeln abweicht.

Da sich auch bei der radialen Zuströmung in der gasanströmseitigen Axialhälfte, bezogen auf die Lauflänge der Strömung, die höchsten lokalen aerodynamischen Belastungen einstellen, ist die erfindungsgemäße Anordnung der Hilfsschaufeln auch hierfür günstig. Diese positive Beeinflussung wirkt sich insbesondere hinsichtlich der üblicherweise großen Falschanströmungswinkel aus, die sich während der instationären Betriebszeit zwangsläufig einstellen. Durch die herabgesetzte aerodynamische Belastung des Eintritts- und mittleren Schaufelkanalbereiches wird die Strömungsablösung auch bei radialer Zuströmung verhindert.

Ein Ausführungsbeispiel ist in der Zeichnung dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 die schematische Darstellung einer doppelflutigen Turbinenspirale mit ihren Austrittsdüsen in radialer und halbaxialer Strömungsrichtung,

Fig. 2 die Schaufeloberflächen eines Turbinenrades in Ansicht senkrecht zur Radachse und

Fig. 3 in vereinfachter Darstellung einen Schaufelkanal mit der Hilfsschaufel in der Draufsicht.

In dem angedeuteten Turbinengehäuse 1 rotiert das Turbinenrad 2. Auf das Turbinenrad 2 strömt das Abgas aus einer halbaxial und einer radial in das Turbinengehäuse 1 einmündenden Halbaxialdüse 3 bzw. einer Radialdüse 4. Das Turbinenrad 2 ist mit Hauptschaufeln 5 und Hilfsschaufeln 6 bestückt. Die Hilfsschaufeln 6 beginnen auf der Nabe des Turbinenrades 2 mit einem geringen axialen Abstand "a" gegenüber der eintrittsseitigen Turbinenradstirnseite 7. Zur Turbinenauslaßseite hin erstrecken sich die Hilfsschaufeln 6 über etwa 50% der axialen Länge der Hauptschaufeln 5, gerechnet ab eintrittsseitiger Stirnfläche des Turbinenrades 2. In radialer Richtung können sich die Hilfsschaufeln 6 bis in den Bereich des äußeren Umfangs der Hauptschaufeln 5 erstrecken.

In Fig. 2 sind für den Fall der halbaxialen Gaszuströmung die auftretenden Geschwindigkeitskomponenten mit "c" als absolute Strömungsgeschwindigkeit, mit "w" als relative, auf das Turbinenrad bezogene Geschwindigkeit und mit "u" als Umfangsgeschwindigkeit eingetragen.

Mit den Indices 1 und 2 ist bei diesen Geschwindigkeiten jeweils der Ein- und Austrittsbereich der Turbine bezeichnet.

Gemäß der schematischen Draufsicht der Fig. 3 ist die Hilfsschaufel 6 innerhalb eines von den Hauptschaufeln 5 begrenzten Schaufelkanals 8 jeweils derart angeordnet und in ihrer Form an die Hauptschaufeln so angepaßt, daß jeweils zwischen der Saugseite 9 der Hauptschaufeln 5 und der Druckseite 10 der Hilfsschaufel 6 ein Kanalabschnitt 11 mit einem gleichbleibenden oder düsenförmig verlaufenden Querschnitt gebildet wird.

## Patentansprüche

10

1. Turbinenrad eines Abgasturboladers für eine Brennkraftmaschine mit radialer und/oder halbaxialer Gaszuführung auf das Turbinenrad durch ein doppelflutiges Turbinengehäuse, bei dem die Aufteilung der in die vorgegebenen Richtungen fñhrbaren Teilströme regulierbar ist und mit Schaufelkanälen zwischen den Hauptschaufeln des Turbinenrades, wobei die Schaufelkanäle im Scheitelpunkt der Hauptschaufeln den max. Querschnitt aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem eintrittsseitigen axialen Halbbereich des Turbinenrades (2) im diffusorförmig verlaufenden Abschnitt der Schaufelkanäle Hilfsschaufeln (6) zwischen den Hauptschaufeln (5) angeordnet sind.
2. Turbinenrad nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsschaufeln (6) axial mit geringem Abstand von der eintrittsseitigen Stirnseite des Turbinenrades beginnen.
3. Turbinenrad nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsschaufeln (6) innerhalb der Schaufelkanäle (8) derart angeordnet sind, daß zwischen den Saugseiten (9) der Hauptschaufeln (5) und den Druckseiten (10) der Hilfsschaufeln (6) der Querschnittsverlauf gleichbleibend oder düsenförmig ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

— Leerseite —

*Fig. 1*



